# Ist unter Berücksichtigung der modernen Behandlungsmethoden der Pseudarthrosen des Unterschenkelschaftes die Spanverpflanzung noch angezeigt?

EBERHARD DÖRR

1968

Dissertations- und Fotodruck Franz Frank
8 München 13, Zieblandstr. 39, Tel. 597 397

Aus dem Berufsgenossenschaftlichen Unfallkrankenhaus
Murnau/Obb.
Chefarzt: Professor Dr. med. A. LOB

---

# Ist unter Berücksichtigung der modernen Behandlungsmethoden der Pseudarthrosen des Unterschenkelschaftes die Spanverpflanzung noch angezeigt?

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin
verfaßt und
einer Hohen Medizinischen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von
Eberhard Dörr
aus Danzig

München 1968

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München

| | |
|---|---|
| Berichterstatter: | Professor Dr. med. A. Lob |
| Mitberichterstatter: | Professor Dr. Dr. h. c. R. Zenker |
| Dekan: | Professor Dr. med. F. Holle |

Tag der mündlichen Prüfung: 14. 5. 1968

## Gliederung


Seite

. Einleitung 1

1. Historischer Rückblick auf die Pseudarthrosenbehandlung 2

2. Das mechanische Prinzip der Knochenbruchbehandlung als Grundlage der Pseudarthrosenbehandlung 4

3. Das biologische Verhalten des verpflanzten Knochenspans 7

4. Ergebnisse der Spanverpflanzung und der kombinierten Pseudarthrosenbehandlung 10

I. Die Behandlungsergebnisse von Unterschenkelpseudarthrosen mit den verschiedenen Verfahren von 1953 bis 1963 im Unfallkrankenhaus Murnau 15

1. Behandlungsmethoden 15

2. Behandlungsergebnisse 17

II. Die Behandlungsergebnisse der Unterschenkelpseudarthrosen mit den verschiedenen Verfahren von 1964 bis 1966 im Unfallkrankenhaus Murnau 19

1. Zu der Person der Verletzten 19

a) Alter und Geschlecht 19

b) Unfallart 20

c) Unfallhergang 21

d) Berufe 22

e) Kostenträger 22

Seite

2. Zur Unterschenkelpseudarthrose 24

a) Art und Lokalisation 24

b) Seitenhäufigkeit 24

c) Nebenverletzungen 25

d) Art der Erstbehandlung 26

e) Dauer der Erstbehandlung 27

f) Pseudarthrosenalter 27

3. Zu den modernen Verfahren 28

a) Operationsmethoden 28

b) Indikation 29

c) Postoperativer Verlauf 34

d) Ergebnisse 35

e) Materialentfernung 37

4. Soziale Rehabilitation 37

a) Versicherungsverhältnisse 37

b) Rentengewährung 37

c) Berufliche Wiedereingliederung 38

IV. Zusammenfassung 43

V. Anhang 45

VI. Literaturverzeichnis 47

# I. Einleitung

Die Pseudarthrose, zu deutsch Falschgelenk, gilt neben der Osteomyelitis als die am meisten gefürchtete Folge von Knochenbrüchen. Sie stellt den Endzustand einer fehlgeschlagenen Knochenbruchheilung dar und ist ohne therapeutisches Eingreifen ein Endzustand.

Die Behandlung der ausgebildeten Pseudarthrose ist eine wichtige Aufgabe der Unfall- und Wiederherstellungschirurgie. Die häufigste Pseudarthrose der Röhrenknochen ist die des Unterschenkels.

Als Ursache der Pseudarthrose wird hauptsächlich die unzulängliche Ruhigstellung der Bruchstücke angesehen. Durch diese mechanische Unruhe der Knochenbruchstücke können am Bruchspalt unphysiologische mechanische Kräfte einwirken und die für die Bildung des frischen Knochengewebes an dieser Stelle unbedingt erforderliche Ruhe verhindern. Alle übrigen Faktoren, wie örtliche und allgemeine Durchblutung, Alter, Konstitution und Disposition des Individuums werden nach neuester Auffassung für die Entstehung des Falschgelenkes nicht als ausschlaggebend angesehen und verursachen lediglich eine Verzögerung der Heilungszeit.

Bei der Einteilung der posttraumatischen Pseudarthrosen werden fünf Arten unterschieden:

Die Defektpseudarthrose, auch "Kriegspseudarthrose" genannt, ist durch den Verlust von Knochengewebe gekennzeichnet, der das Auseinanderrücken der Bruchenden bedingt. Die gemeine (MAGNUS) oder schlotternde (BIER) Pseudarthrose besitzt als Charakteristikum die Endberührung der Bruchstücke und den Verschluß der Markhöhlen. Die fibröse Pseudarthrose ist durch eine mangelhafte Kallusbildung der Bruchenden und deren bindegewebigen Zusammenhalt geprägt. Von einer atrophen Pseudarthrose spricht man, wo infolge der Mangelernährung konisch geformte, zu keiner Knochenbildung fähige Frakturenden einander gegenüberstehen. Die infizierte Pseudarthrose zeigt Strukturzerstörungen, Sequestrationen und in das Knochengewebe reichende Fisteln als besondere Merkmale.

## 1. Historischer Rückblick auf die Pseudarthrosenbehandlung

Seit jeher ist bei der Knochenbruchbehandlung das Pseudarthrosenproblem das Eindringlichste gewesen. Immer wurden Wege gesucht, die Pseudarthroseentstehung zu verhindern und die Pseudarthrose zur knöchernen Durchbauung zu führen. So wurden im Laufe der Zeit neben den konservativen Behandlungsweisen die verschiedensten Operationsmethoden entwickelt.

Bereits im Jahre 1770 wurde von WHITE der Vorschlag gemacht, die Knochenenden von Falschgelenken abzusägen und mit Antimon zu reizen. DIEFFENBACH empfahl 1846 eine subkutane Durchbohrung an der Pseudarthrose vorzunehmen und in die Bohrkanäle Elfenbeinstifte einzuschlagen, ein Gedanke, der 1869 von B. v. LANGENBECK und später von RANKE wiederholt wurde. Von FLAUBERT wurde 1848 die erste Resektion eines Falschgelenkes mit nachfolgender Drahtnaht ausgeführt. 1882 wurde von SCHEDE das Einschlagen von vergoldeten Stahlnägeln an der Pseudarthrose vorgeschlagen. Die Resektion des sperrenden Wadenbeines zur Beseitigung des Falschgelenkes wurde zum ersten Mal von PLETTNER (1890) durchgeführt.

Die Aufsplitterung der Pseudarthrose stammt von KIRSCHNER (1910), das Aussägen der Bruchenden in Längsrichtung von BRANDES (1929).

Bei der Pseudarthrosebehandlung kamen auch autoplastische Periosttransplantationen zur Anwendung, so die Anlagerung von gestielten und umgeklappten Periosttransplantaten (RYDIGIER, 1878) und die Anlagerung von freien Periostläppchen um das Falschgelenk (CODIVILIA, 1907).

Große Bedeutung erlangte die Transplantation von Knochenspänen für die Behandlung des Falschgelenkes. 1858 berichtete OLLIER über seine erfolgreichen Experimente bei autoplastischen Knochentransplantationen. 1884 wurde von HAHN die erste Fibulaimplantation in das proximale Tibiaende vorgenommen. G. AXHAUSEN legte in seinen Untersuchungen die zum Erreichen günstiger Ergebnisse notwendige Reihenfolge der Knochentransplantation fest: Autoplastik - Homoioplastik - Heteroplastik. E. LEXER führte über tausend Knochentransplantationen aus. Der nach ihm benannte Knochenspan ist ein freies autoplastisches Knochentransplantat, das tischlerartig hergerichtet und angelagert bzw. verriegelt wird, nachdem die sklerotischen Fragmentenden reseziert werden. Das Prinzip des LEXER-Spanes besteht in einer Schienung der Falschgelenkstel-

le. PHEMISTER dagegen schlug 1947 vor, an der Pseudarthrose keine Resektion vorzunehmen und einen autoplastischen Knochenspan dem Falschgelenk subperiostal anzulagern. Der angelagerte PHEMISTER-Span hat die Aufgabe, die erschöpfte Regenerationsfähigkeit der Knochenenden anzuregen. Neben diesen Verfahren wurden in der Folgezeit weitere Methoden eingeführt, wie die mit Cialit und Merthiolaten konservierten Knochenstücke und der von MAATZ und BAUERMEISTER angegebene sogenannte Kieler Knochenspan.

Zu einem besonders wertvollen Verfahren der Pseudarthrosebehandlung entwikkelte sich die Osteosynthese, unter der man das operative, exakte und unverrückbare Aufeinanderfügen der Fragmente zu dem Zweck der knöchernen Heilung versteht. Die Osteosynthese ohne Verwendung von Metall wurde 1855 mit Holzschrauben und 1869 mit Elfenbeinstiften von B. v. LANGENBECK durchgeführt. LEXER und GREIFFENHAGEN verwendeten Kuhhorn, HENDERSON Knochenstifte und Knochenschrauben, ALBEE Känguruhsehnen. Während diese nichtmetallische Osteosynthese heute nur historisches Interesse besitzt, konnte die Metallosteosynthese bei der Behandlung des Falschgelenkes sich immer mehr in den Vordergrund schieben.

Die Geburtsstunde der Metallosteosynthese ist nicht genau bekannt. In dem Buch von GURLT ist schon 1862 eine stattliche Anzahl von Einzelfällen mitgeteilt, bei denen Nagelung, Verschraubung und Drahtnaht versucht worden sind.

Zahlreiche Methoden der Metallosteosynthese wurden im Laufe der Zeit entwickelt. So verwendete v. HEINE 1878 Klammern, BASTOS Stahlbänder, ANNANDALE 1875 Drahtnähte aus Silber und BERGER Drahtnähte aus Platin.

Bedeutende Vertreter in der ersten Hälfte dieses Jahrhunderts waren in Deutschland F. KOENIG, in Belgien Elie und Alain LAMBOTTE und DANIS, und in England LANE. Sie führten die Osteosynthese mittels Metallplatten und Metallschrauben bei frischen Knochenbrüchen aus. Später wurden diese Methoden auch für die Behandlung der Falschgelenke übernommen. Die Osteosynthese mit dem Marknagel wurde 1936 zum ersten Mal von KÜNTSCHER durchgeführt. 1940 gab er sie bekannt. 1951 verfeinerte er dieses Verfahren durch das Aufbohren der Markhöhle, wobei er diese methodische Änderung zuerst für die Pseudarthrosebehandlung erdachte und sie später auch für die Frakturbehandlung übernahm.

In jüngster Zeit machte sich die Schweizer Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen um das Problem einer optimalen Osteosynthese verdient. Die verschiedenen Knochenbrüche und Falschgelenke wurden hinsichtlich ihrer Mechanik, Pathophysiologie und Behandlungsergebnisse einer Überprüfung unterzogen. Ein metallurgisch und formmäßig verbessertes Osteosynthese-Instrumentarium wurde für eine bestmögliche Therapie entwickelt.

## 2. Das mechanische Prinzip der Knochenbruchbehandlung als Grundlage der Pseudarthrosebehandlung

Als Voraussetzung der knöchernen Ausheilung einer Fraktur wird im Schrifttum die vollkommene Ruhigstellung der Fragmente gefordert. So sieht BÖHLER in dem möglichst langen, unverrückbaren Gegenüberstellen der Bruchenden die wesentliche Voraussetzung für die knöcherne Heilung einer Fraktur. KÜNTSCHER ist der Ansicht, daß eine sichere und genaue Ruhigstellung der Fraktur die Tendenz zu der Verknöcherung fördert. Nach HICKS entscheidet die Stabilität einer Osteosynthese über den Erfolg der Heilung. Auch für die Schweizer Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen sind stabile Verhältnisse an dem Frakturspalt für die Bruchheilung unerläßlich. Diese Forderung nach mechanischer Stille vertritt auch ALTMANN, der durch seine histologischen Untersuchungen zu der Ansicht gelangt, daß der Osteoblast neben seinem zu der Grundsubstanzanlagerung geeigneten Leergerüst absolute Ruhe benötigt. Zu diesem Problem sagt auch KÜNTSCHER: "Unerläßlich ist, daß dieses jugendliche Gewebe sich auch in völliger mechanischer Ruhe entwickeln kann. Wird es durch Zug-, Schub- und Scherkräfte zerrissen, oder durch Druckkräfte zerquetscht, so entsteht ein Spalt, der Pseudarthrosespalt."

Die mechanische Ruhe im Bereiche des Bruchspaltes ist deswegen auch von besonderer Bedeutung, da neueste Experimente ergeben haben, daß bei der notwendigen Stabilisierung von Frakturen eine direkte Verschmelzung cortikaler Knochenbruchstücke möglich ist, solange die Blutversorgung des Knochens erhalten ist.

Die bisherige Vorstellung über den Vorgang der Bruchheilung bestand darin, daß die Frakturenden in einem ziemlich langwierigen Prozeß der Bildung von Granulationsgewebe eingeschlossen und immobilisiert werden. Bei vollständi-

ger Immobilisierung tritt die Ossifikation des jungen Kallusgewebes ein. Im weiteren Verlauf eines länger dauernden Umbaues entwickelt sich tragfähiger Knochen.

Im Gegensatz zu diesem klassischen Schema der Bruchheilung konnte CHARNLEY zeigen, daß bei spongiösem Knochen unter völlig stabilen Verhältnissen eine überaus rasche Ossifikation eintreten kann. BASSETT bewies, daß Compaktadefekte des Hundeknochens allein von den mesenchymalen Zellen der Haverschen Kanäle aus ossifiziert werden können, wenn sie durch eine zellun - durchlässige Membran von dem Peri- und Endost getrennt sind. Somit wäre für die Überbrückung eines Knochendefektes weder periostaler noch endostaler Kallus notwendig und eine direkte Verknöcherung aus den Haverschen Kanälen möglich. Damit findet auch der von DANIS geprägte Begriff der "primären Knochenheilung", worunter er eine unter der Voraussetzung absolut stabiler Verhältnisse ohne röntgenologisch sichtbare Kallusbildung vor sich gehende Bruchheilung verstand, seine experimentelle Bestätigung. Bei der Behandlung von Knochenbrü - chen werden verschiedene Methoden operativer und konservativer Art angewendet, die die Forderung nach mechanisch günstigen Bedingungen ungleich erfüllen.

An erster Stelle unter den konservativen Behandlungsmethoden steht der Gips - verband, der eine Ruhigstellung der benachbarten Gelenke mit einschließen soll und nicht vorzeitig abgenommen werden darf (L. BÖHLER). Auch heute noch besitzt der Gipsverband Bedeutung, da sich mit ihm teilweise gute Ergebnisse erreichen lassen. Doch haften dem Gipsverband auch Nachteile an, da sich gelegentlich im Laufe der Behandlung trophische Störungen entwickeln können. Die lange Ruhigstellung der Gelenke kann zu Muskelschwund, Knorpelatrophie, Kalkverarmung des Knochens, Schwund der subkutanen Schicht, Schrumpfung der Gelenkkapsel, Gelenksteifen und chronischen Durchblutungsstörungen füh - ren. Diese möglichen Fehlleistungen des Gipsverbandes stellen eine neue Krankheit dar und wurden von DANIS als Symptome einer "Frakturkrankheit" bezeichnet. Von der Mechanik aus betrachtet, gestattet der Gipsverband keine vollkommen stabilen Verhältnisse an dem Bruchspalt. Da die Muskulatur nach dem Anlegen des Gipsverbandes infolge der Inaktivitätsatrophie an Volumen abnimmt, läßt der Formschluß gegenüber der Muskulatur nach. Hiermit kann sich eine verzögerte Frakturheilung, ein Abrutschen der Fragmente, oder gar eine Pseudar - throse entwickeln.

Operative Verfahren der Knochenbruchbehandlung wie Markdrähte, Stifte oder zu dünne Marknägel reichen zur Ruhigstellung des Bruchspaltes nicht aus und führen allzu häufig zum Falschgelenk. Auch die Drahtcerclage hat infolge der mechanischen Instabilität und der Unterbrechung der Periostgefäße durch die Drahtschlingen öfters Pseudarthrosen zur Folge.

Die modernen Osteosyntheseverfahren erfüllen die Forderung nach mechanisch stabilen Verhältnissen in dem Bereich der Fraktur dagegen hervorragend - vorausgesetzt, daß sie richtig angewendet werden. Die üblichste Osteosynthesemethode dürfte die Marknagelung nach KÜNTSCHER sein. Beim dicken Marknagel wird nach Aufbohrung der Markhöhle die Kraft unmittelbar auf die Kompakta der Frakturfragmente ohne Zwischenschaltung eines anderen Gewebes übertragen. Diese stabilen Verhältnisse gestatten eine postoperative, belastungsfreie Betätigung der Muskeln und Gelenke der verletzten Gliedmaße. Durch diese nicht behinderte Muskeltätigkeit wird im Gegensatz zu ruhiggestellten Extremitäten die Durchblutung nicht gedrosselt und die Versteifung der benachbarten Gelenke und Muskeln vermieden. Krankenhausaufenthalt und Arbeitsunfähigkeit werden abgekürzt.

Auch mit den Methoden der Verplattung und Verschraubung werden stabile Osteosynthesen erzielt. Diese beiden modernen Verfahren der Knochenbruchbehandlung schaffen lokal an dem Bruchspalt Stabilität. Ihre Anwendung gewährt wie bei der Marknagelung nach KÜNTSCHER dieselben Vorteile: Vermeidung von trophischen Weichteilschäden infolge der postoperativen Bewegung der verletzten Gliedmaßen, Verhinderung einer Verschiebung der Frakturfragmente trotz der aktiven Mobilisierung der Muskeln, postoperative Schmerzfreiheit.

Auch die Heilung des Falschgelenkes kann sich nur bei absoluter Ruhigstellung der pseudarthrotischen Bruchenden vollziehen. Die früher angewandten Verfahren wie die Verriegelung nach LEXER, das Anlegen eines Knochenspans nach PHEMISTER und besonders die Drahtumschlingung mit und ohne Span weisen wesentliche Nachteile auf. Der Knochenspan muß für die Spananlagerung an anderer Stelle, meist dem gesunden Schienbein, entnommen werden. Außerdem erfordert der langwierige Heilverlauf eine längere Ruhigstellung der Gliedmaße im Gipsverband. Eine Übungsbehandlung für Muskulatur und Gelenke ist während dieser Zeit nicht möglich. Mehr oder weniger starke Veränderungen dieser Gebilde sind die Folge.

Die Verfahren der Marknagelung und Plattenverschraubung sind dagegen hinsichtlich der Forderung nach mechanischer Stille an dem Falschgelenkspalt den genannten Methoden überlegen. Sie bewirken eine absolute Ruhigstellung, die eine ungestörte knöcherne Regeneration ermöglicht. Bei beiden Methoden ist die Fixation im Gipsverband nicht mehr notwendig. Die Festigkeit, die eine Marknagelung verleiht, ist so groß, daß man postoperativ sofort mit der Übungsbehandlung beginnen und wenige Tage nach der Operation bereits mit der Belastung beginnen kann. Die Plattenverschraubung ermöglicht eine Übungsbehandlung ohne Belastung. Die Übungsbehandlung bewirkt eine verbesserte Durchblutung der Weichteile. Schäden der Weichteile werden somit vermieden. Nach TRUETA wird durch die Muskeltätigkeit auch eine Steigerung der intraossären Zirkulation erreicht, die die Bildung von Osteonen fördert.

Die Anzeigestellung für Marknagelung oder Plattenverschraubung ergibt sich aus der Art und Lokalisation von Pseudarthrosen des Unterschenkelschaftes. Nach PROBST soll der Marknagel nach KÜNTSCHER nur im mittleren Schaftdrittel des Unterschenkels nach vorangegangener ausreichender Aufbohrung der Markhöhle angewendet werden. Für die Nicht-Quer-Pseudarthrosen und die des distalen Drittels kommt nur die Plattenverschraubung in jeweils speziell zu indizierender Variation in Frage (PROBST).

Sowohl Nagelung als auch Verschraubung bieten die Möglichkeit, ein autoplastisches Knochentransplantat in Form der besonders regenerationsfreudigen Spongiosaplombe dem Falschgelenk anzulagern, ohne die stabilen Verhältnisse zu beeinträchtigen.

Kortikalisspäne mit der Verschraubung zu kombinieren, empfiehlt sich infolge des ersatzschwachen Pseudarthrosegewebes nicht.

### 3. Das biologische Verhalten des verpflanzten Knochenspans

Bezüglich des biologischen Verhaltens von Transplantaten (Auto-, Homoio- und Heterotransplantat) werden im Schrifttum verschiedene Hypothesen vertreten. Die biologische Rolle des Autotransplantates für die Knochenneubildung wird von einer Reihe von Autoren behandelt. PHEMISTER ist der Ansicht, daß der verpflanzte autoplastische Knochenspan abgebaut wird, mit Ausnahme der

an der periostalen und endostalen Spanseite gelegenen Knochenzellen. Von diesen osteogenen Zellen soll die Regeneration des Knochens ausgehen. KÜNTSCHER nimmt an, daß das bei der Markhöhlenbohrung entstandene Bohrmehl wie ein Haufen kleiner Knochenspäne wirkt, und die lebenden und durch dieses Verfahren gereizten Knochenzellen zu besonderer Aktivität befähigt sind. Diese Zellen antworten auf die Reize verschiedener Art mit der Ausschüttung einer Substanz, die das mesenchymale Gewebe des Falschgelenkes induziert. Diese Induktion soll nicht durch die Hormone absterbender Knochenzellen, sondern durch die aktive Leistung lebender Zellen ausgelöst sein. Dagegen vermutet SCHWIER, daß durch absterbende Zellen des Knochenspans Reize frei werden, die mesenchymale, pluripotente Zellen zu der Neubildung von Knochengewebe anregen. BARTH, LERICHE, MARCHAND u. a. gelingt der Nachweis, daß die Zellen eines transplantierten Knochenstückes samt Periost und Mark regelmäßig fast vollständig sterben. BLANKE schreibt in seiner Monographie "Die Spanplastik nach PHEMISTER", daß die Knochenneubildung bei vorliegendem Falschgelenk nicht direkt, sondern nur mittelbar von dem Autotransplantat ausgeht durch Mobilisierung osteogenetischer Potenzen im Bereich des Falschgelenkes. Durch histologische Untersuchungen konnte er, wie auch WILSON, zeigen, daß der Span nach einiger Zeit der Nekrobiose verfällt und durch das junge Knochengewebe von dem Spanbett ersetzt wird. DUBOIS betrachtet die günstigen Ergebnisse der PHEMISTER-Spanplastik als experimentelle Bestätigung für die induktorische Wirkung des Spans, dessen Zellen zwar zugrunde gehen, das jedoch zu neuer Knochenbildung anregt. Auch WITT und REHN messen dem Autotransplantat eine induzierende Wirkung bei. REHN hält die Autoplastik wegen ihrer hohen biologischen Wertigkeit mit echter osteogenetischer Potenz der Homoio- und Heteroplastik in der Sicherheit des Ein- bzw. Umbaues des Spanes überlegen. Die vor allem von MATTI angewandte Spongiosa hat eine lockere Struktur, die einen schnellen Einbau ermöglicht. Die Spongiosa wird in Kombination mit den stabilisierenden Verfahren der Marknagelung und Plattenverschraubung angewandt, da der Spongiosa die Stabilität der Cortikalis fehlt. Durch die stabilisierenden Verfahren bei der Spongiosaplastik wird die Befürchtung LEXERs ausgeräumt, daß bei mechanischer Unruhe die Spongiosa einwachsendem Bindegewebe zum Opfer fällt. Dagegen spricht EIERMANN dem Knochenspan jegliche biologische Bedeutung ab und sieht in dem mechanischen Reiz des Spans auf die Beinhaut die Ursache der knöchernen Heilung.

Durch den implantierten Span werden also im ehemaligen Bruchbereich jene Materialien zur Verfügung gestellt, die nach unseren bisherigen Anschauungen

zu der Kallusbildung erforderlich sind: Periost, Corticalis und Spongiosa. Die Zellen dieser Knochenspäne werden aus ihrem Zusammenhang gerissen und induzieren, entweder lebend oder nach ihrem Untergang, entsprechend der Induktionstheorie, die Neuknochenbildung. Der Knochenspan zeigt nach der Verpflanzung in das neue Lager ein weitgehendes Absterben und eine allmähliche Substitution von dem Spanlager aus.

Bei der Verwendung des konservierten Fremdspans (Homoio- und Heterotransplantat) kann das Vorhandensein überlebender Zellen und damit eine unmittelbare osteogenetische Wirkung nach GLAUBER verneint werden. REHN lehnt die Verwendung von homoio- oder heteroplastischem Material bei sämtlichen Formen des Falschgelenks ab, da von ihnen keine induzierende Wirkung auf die Knochenneubildung ausgeht. Für AXHAUSEN ist der biologische Wert etwa überlebender Zellen eines körperfremden Spans zumindestens fraglich. WITT und JÄGER betrachten sowohl den homoioplastischen Tiefkühlspan, als auch den heteroplastischen Kieler Span als avital und ohne Besitz einer induzierenden Wirkung auf die Knochenneubildung. Die Anwendung dieser Spanarten wird deswegen nur bei ersatzstarkem Lager mit hoher osteogenetischer Qualität von ihnen empfohlen. MAATZ spricht dem Kieler Span, der infolge einer großen inneren Oberfläche zu der Aufnahme größerer Blutmengen fähig ist, in die das Granulationsgewebe des Empfängers hineinwächst, eine mittelbare Bedeutung für die Knochenneubildung zu: "Das pluripotente Keimgewebe wird zur metaplastischen Neuknochenbildung durch das große Angebot fertiger Bausteine, der Kristallite angeregt; das implantierte Knochengerüst besitzt also kalluslockende Fähigkeiten."

Man kann infolgedessen annehmen, daß der Fremdspan mit dem Eigenspan hinsichtlich der biologischen Potenz kaum vergleichbar ist und der Fremdspan lediglich den Zellen des Spanlagers als Klettergerüst für den knöchernen Ersatz dient.

## 4. Ergebnisse der Spanverpflanzung und der kombinierten Pseudarthrosenbehandlung

Über die Ergebnisse der Spananlagerung nach PHEMISTER, die von den verschiedenen Autoren erzielt wurden, gibt folgende Tabelle Aufschluß:

Tabelle 1

| Autor | Anzahl der Pseudarthr. | in Heilung | ohne Heilung |
|---|---|---|---|
| LUNGMUSS, F. | 17 | 14 | 3 |
| CONTZEN, H. | 72 | 72 | 0 |
| SIEBER, E. | 26 | 26 | 0 |
| BOEVE, J. | 19 | 19 | 0 |
| BLANKE, K. | 60 | 59 | 1 |
| HOFMEISTER, F. | 22 | 22 | 0 |
| Insgesamt: | 216 | 212 | 4 |

BLANKE operierte in der Zeit von 1951 - 1956 60 Falschgelenksbildungen nach dem Verfahren PHEMISTERs. Er verzeichnete hierbei nur ein einziges Fehlergebnis, da bei einer Oberarmpseudarthrose 3 Monate nach der Plastik eine Spanfraktur auftrat. 3 - 4 Monate nach der Spananlageiung waren fast alle Pseudarthrosen geheilt. Röntgenologisch war der ehemalige Pseudarthrosespalt nach 6 - 8 Monaten nicht mehr zu erkennen, während schon wesentlich früher, oft schon 4 Monate nach der Operation, die Patienten wieder arbeitsfähig wurden. Ein halbes Jahr nach der Operation war die vorher fast völlige Erwerbsminderung um meist über die Hälfte gebessert.

Die umfangreichste Untersuchung der mit dem autoplastischen Span eizielten

Ergebnisse verdanken wir R. MERLE D'AUBIGNE und J. CAUCHOIX. Sie behandelten in der Zeit von 1945 - 1955 mit verschiedenen Methoden 814 Patienten mit Falschgelenk. 466 Patienten wurde ein Autotransplantat angelegt. Bei 412 Patienten (88 %) trat knöcherne Heilung ein, bei 54 Patienten (12 %) Mißerfolg oder Amputation. Dieses Ergebnis dürfte auf Grund der hohen Behandlungsziffer im Vergleich zu den genannten, die mit zwei Ausnahmen einen hundertprozentigen Heilerfolg aufweisen, dem tatsächlichen näherkommen. SAKELLARIDES, FREEMAN und GRANT führten bei 81 Falschgelenken autoplastische Spanverpflanzungen durch. 72 Operationen wurden bei 56 nicht infizierten Falschgelenken vorgenommen. 46 Falschgelenke (82 %) heilten nach einer Spanverpflanzung, 6 nach zwei Spanverpflanzungen und eine Pseudarthrose nach drei Spanverpflanzungen aus. Bei 3 Falschgelenken wurde keine Ausheilung erzielt. 32 operative Eingriffe waren bei der Behandlung von 25 infizierten Falschgelenken erforderlich. 17 Pseudarthrosen (64 %) heilten nach einer Spanverpflanzung, 2 nach einer zweiten und eine nach einer dritten aus. Bei 4 Falschgelenken mußte amputiert werden und bei einem Falschgelenk blieb die knöcherne Heilung aus. Die durchschnittliche Heilungszeit betrug nach der Verpflanzung eines Hüftbeinspans 8,7 Monate bei nicht infizierten Falschgelenken und 8,8 Monate bei infizierten Falschgelenken. Bei der Anwendung eines Schienbeinspans verzögerte die Heilung sich: 10,1 Monate bei nicht infizierten und 18 Monate bei infizierten Falschgelenken.

Bei der Verwendung von kältekonservierten homoioplastischen Knochenspänen bei 56 Patienten erzielte BUSER bei 51 (90,9 %) einen guten bis sehr guten Erfolg. In fünf Fällen (9,1 %) versagte die Methode, wobei in zwei Fällen das Versagen auf eine Infektion im Falschgelenkbereich zurückzuführen war.

1961 berichteten MAATZ und BAUERMEISTER von den Ergebnissen, die bei 43 mit dem heteroplastischen Kieler Knochenspan behandelten Pseudarthrosen erzielt wurden. 36 Falschgelenke (83,8 %) verheilten knöchern. Siebenmal (16,2 %) kam es zu keinem knöchernen Durchbau.

HAASCH beobachtete, daß von 39 Falschgelenken, die mit dem Kieler Span behandelt wurden, 35 (89,7 %) zur knöchernen Ausheilung gebracht wurden. Bei vier Patienten (10,3 %) war die Behandlung erfolglos.

Einige Autoren behandelten die Ergebnisse der verschiedenen Transplantatformen zusammengefaßt. CONTZEN führte bei 72 Patienten eine Eigenspan-, bei

28 eine Fremdspan-, von den letzteren bei sechs Patienten eine Cialit-Spanverpflanzung durch. Nur in einem Fall von Fremdspanverpflanzung konnte keine knöcherne Durchbauung erzielt werden. Bei diesem Patienten waren eine erste Fremdspan- und eine folgende Eigenspanverpflanzung ergebnislos. Bei der Verwendung von autoplastischen Spänen trat zweimal, bei der Verwendung eines Fremdspans einmal eine Osteomyelitis im Bereich der Pseudarthrose auf. Die knöcherne Heilung konnte auch in diesen Fällen erreicht werden. Die Pseudarthrose wurde sowohl bei den angelagerten autoplastischen, als auch bei den homoioplastischen Spänen im Durchschnitt nach fünf Monaten, bei Patienten mit ungestörtem Heilverlauf nach vier Monaten belastungsfähig.

ARENS teilte 1964 die Ergebnisse von 562 Knochenverpflanzungen mit. In 80% der Fälle wurden homoioplastische Knochenspäne, in je 10 % autoplastische Späne und heteroplastische Kieler Knochenspäne verpflanzt. 6,7 % der autoplastisch verpflanzten, 13,5 % der homoioplastisch verpflanzten und 28,6% der Kieler Späne waren ohne Erfolg.

Über die Ergebnisse der kombinierten Falschgelenksbehandlung berichtete GLAUBER. Er behandelte 77 Patienten mit Anlagerung konservierten Homoioknochens, der mit Schrauben befestigt wurde. In 70 % der Fälle wurde Heilung erzielt. Nach der ersten Operation kam es in 69 Fällen zur Heilung. Zwei oder mehr Operationen wurden in acht Fällen vorgenommen. Unter den Pseudarthrosen waren sieben durch Osteomyelitis komplizierte Fälle, von denen fünf heilten. Die durchschnittliche Heilungsdauer lag bei 6,5 Monaten. 29 der 77 Patienten besaßen ein Falschgelenk an dem Unterschenkel. Bei 28 dieser Patienten trat Heilung ein. Die durchschnittliche Heilungsdauer war bei Falschgelenken des Unterschenkels im Vergleich zu anderen Röhrenknochen mit über sieben Monaten deutlich verlängert.

OSTAPOWICZ stellt fest, daß von 11 Spananlagerungen, die mit einer Nagelung kombiniert waren, nur in einem Fall die kombinierte Osteosynthese ohne Erfolg war.

R. MERLE D'AUBIGNE und J. CAUCHOIX beobachteten bei 327 mit dem intramedullären Nagel und dem autoplastischen Span behandelten Patienten 291 mal (88 %) knöcherne Heilung. 36 mal waren Mißerfolg oder Amputation zu verzeichnen. Sie stellten fest, daß es für die Behandlung des Schienbeinfalschgelenkes belanglos ist, ob nur der intramedulläre Nagel oder der Nagel in Kombination mit

einem Eigenspan angewendet wird. Die Behandlung mit dem Nagel allein erbrachte einen Erfolg in 83 %, die kombinierte Behandlung in 82 % der Fälle den Erfolg.

## II. Die Behandlungsergebnisse von Unterschenkelpseudarthrosen mit den verschiedenen Verfahren von 1953 bis 1963 im Unfallkrankenhaus Murnau

### 1. Behandlungsmethoden

Im Berufsgenossenschaftlichen Unfallkrankenhaus Murnau (UKM) wurden in den Jahren 1953 bis 1963 102 Patienten mit Falschgelenk des Schienbeinschaftes stationär aufgenommen. Bei drei Patienten wurde eine Amputation des Unterschenkels durchgeführt, da weitflächige Narbengeschwüre in Verbindung mit Osteomyelitis keine andere Behandlungsmethode erlaubten. Die übrigen 99 Patienten wurden mit 15 operativen Methoden behandelt, wie aus folgender Tabelle hervorgeht.

Tabelle 2

Zusammenfassende Übersicht der operativen Behandlungsmethoden von Pseudarthrosen des Unterschenkelschaftes von 1953 - 1963

| Art der Operation | Anzahl |
|---|---|
| Kombinierte Osteosynthese: | |
| KÜNTSCHER-Nagel + Spananlagerung nach PHEMISTER | 34 |
| KÜNTSCHER-Nagel + Spananlagerung nach PHEMISTER + Fibularesektion | 9 |
| KÜNTSCHER-Nagel + Kieler Span + Fibularesektion | 3 |
| KÜNTSCHER-Nagel + Kieler Span | 2 |
| KÜNTSCHER-Nagel + Cialit Span | 2 |
| KÜNTSCHER-Nagel + Kieler Span + Fibularesektion + Drahtumschlingung | 1 |
| HERZOG-Nagel + Kieler Span + Fibularesektion | 1 |
| RUSH-Pin + Spananlagerung nach PHEMISTER | 1 |
| Sonstige Verfahren: | |
| Spananlagerung nach PHEMISTER | 28 |
| Spananlagerung nach PHEMISTER + Fibularesektion | 8 |
| Kieler Späne (3) + Homoioplastische Späne (2) | 5 |
| BECKsche Bohrung | 1 |
| Fibularesektion | 1 |
| Spongiosatransplantation | 1 |
| HERZOG-Nagel + KÜNTSCHER-Nagel | 2 |
| Insgesamt | 99 |

Der Nagel nach KÜNTSCHER und der Nagel nach HERZOG fanden ohne gleichzeitig erfolgende Spantransplantation damals nur bei der Austauschnagelung Verwendung.

Bei der Auswertung von 53 mit der kombinierten Osteosynthese (Nagelung + Spanverpflanzung) behandelten Patienten mußten fünf Patienten unberücksichtigt bleiben. Bei drei der am Unterschenkel operierten Patienten wurde in einem Abstand von ein bis drei Jahren nach der Operation wegen einer chronischen fistelnden Osteomyelitis der Unterschenkel abgesetzt. Ein Patient wurde aus disziplinarischen Gründen entlassen. Ein weiterer Patient verließ das UKM vorzeitig. In beiden Fällen war die knöcherne Durchbauung noch nicht abgeschlossen.

## 2. Behandlungsergebnisse

Hinsichtlich des anatomischen Ergebnisses wiesen von 48 Patienten 24 (50 %) bei Gleichstand der Beckenkämme eine mehr oder weniger starke Beinverkürzung auf. Bei 20 Patienten lag die Beinverkürzung zwischen 0,5 - 2,0 Zentimeter, bei vier Patienten zwischen 2,5 - 4,5 Zentimeter. Für den Ausgleich der Verkürzung wurden orthopädische Schuhe oder Absatzerhöhungen verordnet.

Eine Achsenabknickung des Schienbeinschaftes lag in 10 Fällen vor: Sechsmal im X-Sinn, viermal im O-Sinn. Dem anatomischen Ergebnis dieser 48 Patienten wäre noch der Zustand nach Amputation des Unterschenkels in weiteren drei Fällen hinzuzufügen.

Eine Einschränkung der Beweglichkeit lag bei 40 Patienten (83,3 %) vor. Die Fußgelenke waren bei 14 Patienten mäßig, bei 6 Patienten stark in ihrer Beweglichkeit eingeschränkt. Hierbei wird unter mäßiger Bewegungseinschränkung eine Minderung der Gelenksbewegungen bis zur Hälfte der Norm, unter starker Bewegungseinschränkung eine Reduzierung der Gelenksbewegungen über die Hälfte der Norm hinaus verstanden. Bei zwei Patienten wurde eine gleichzeitige Versteifung des oberen und unteren Sprunggelenks, bei einem Patienten eine Versteifung der Zehengelenke beobachtet. Weiter waren, entweder in Verbindung mit der Einschränkung an anderen Gelenken oder selbständig auftretend, 13 mal das Kniegelenk und 9 mal die Zehengelenke bewegungsmäßig in Mitleidenschaft gezogen.

Die Beurteilung der Bruchheilung stützte sich auf den röntgenologischen und klinischen Untersuchungsbefund der Entlassung und zeitigte folgendes Ergebnis:

a) 23 Patienten = 47,9 %

weisen eine knöcherne Ausheilung des Falschgelenkes auf. Im Röntgenbild ist eine durchgehende knöcherne Durchbauung zu erkennen. Die klinische Untersuchung ergibt eindeutige Festigkeit.

b) 15 Patienten = 31,3 %

konnten durch den operativen Eingriff eine Besserung ihrer Beschwerden erreichen. Das Falschgelenk ist röntgenologisch nicht vollständig knöchern durchbaut. Bei der klinischen Untersuchung ist jedoch kein Bruchfedern festzustellen.

c) 10 Patienten = 20,8 %

erzielten nach der Operation keine knöcherne Vereinigung. Der Bruchspalt klafft im Röntgenbild. Bei der klinischen Untersuchung zeigen sich Wackelbewegungen und Bruchfedern.

## III. Die Behandlungsergebnisse von Unterschenkelpseudarthrosen mit den verschiedenen Verfahren von 1963 bis 1966 im Unfallkrankenhaus Murnau

### 1. Zu der Person der Verletzten

Im Berufsgenossenschaftlichen Unfallkrankenhaus Murnau wurden in den Jahren 1963 bis 1966 41 Verletzte mit Pseudarthrosen des Unterschenkelschaftes aufgenommen. Bei sämtlichen 41 Patienten lag ein echtes Falschgelenk vor, das weder röntgenolgoisch eine Andeutung von Knochenbruchheilung noch klinische Festigkeit zeigte. Einer dieser Patienten konnte wegen Amputation des Unterschenkels bei der Auswertung nicht berücksichtigt werden.

Für die Auswertung standen mir an Akten zur Verfügung: Die Krankengeschichten mit Durchgangsarzt- und Behandlungsberichten, Röntgenbilder, sowie Entlassungs- und Nachuntersuchungsgutachten.

#### a) Alter und Geschlecht

Unter den 40 Patienten waren 34 Männer und 6 Frauen. Zur Zeit des Unfalls hatten die Patienten folgendes Alter:

Tabelle 3

Zusammenfassende Übersicht der Alters- und Geschlechtsverteilung

| Alter in Jahren | gesamt | Männer | Frauen |
|---|---|---|---|
| 1 - 10 | 0 | 0 | 0 |
| 11 - 20 | 7 | 6 | 1 |
| 21 - 30 | 11 | 11 | 0 |
| 31 - 40 | 10 | 9 | 1 |
| 41 - 50 | 4 | 2 | 2 |
| 51 - 60 | 6 | 5 | 1 |
| 61 - 70 | 2 | 1 | 1 |
| Summe | 40 | 34 | 6 |

Zur Zeit des Unfalls war der jüngste Patient 18 Jahre, der älteste 67 Jahre alt. Die Verletzten waren durchschnittlich 35,4 Jahre alt. Wie aus der Tabelle hervorgeht, gehörten die meisten Patienten mit Falschgelenk des Unterschenkelschaftes in fast gleicher Zahl dem dritten und vierten Lebensjahrzehnt an.

b) Unfallart

21 Patienten hatten Wegeunfälle, 16 Arbeitsunfälle, 2 Betriebswegeunfälle und 2 Sportunfälle erlitten.

c) Unfallhergang

Über die Entstehungsursache des Unfalles gibt folgende Tabelle Auskunft:

Tabelle 4

| Entstehungsursache | Anzahl |
|---|---|
| Wegeunfälle: | |
| Als Motorrad- und Mopedfahrer verunglückt | 8 |
| als Fußgänger verunglückt | 7 |
| als PKW-Fahrer verunglückt | 3 |
| als Radfahrer verunglückt | 2 |
| Arbeitsunfälle: | |
| Durch fallende Gegenstände getroffen (Eisenteile, Kranteile, Bäume) | 5 |
| durch Walze und Raupe überrollt | 3 |
| durch Abrutschen von Erde und Ausrutschen | 2 |
| Einklemmung in Maschine | 1 |
| durch rutschende Kisten an Wand gedrückt | 1 |
| durch Lastenheber an die Wand gequetscht | 1 |
| von PKW angefahren | 2 |
| von LKW angefahren | 1 |
| Betriebswegeunfälle: | |
| Als LKW-Fahrer verunglückt | 1 |
| als Fußgänger verunglückt | 1 |
| Sportunfälle: | |
| Skilaufen und Fußballspiel | 2 |
| Summe | 40 |

Bei den Wegeunfällen lagen die Motorrad- und Mopedunfälle mit 40 % an der Spitze, gefolgt von den Fußgängerunfällen mit 35 %. Bei den Arbeitsunfällen stellten die Verletzungen durch fallende Gegenstände den höchsten Anteil. An zweiter Stelle standen mit 23,5 % diejenigen Arbeitsunfälle, die durch Überrollen von Walze und Raupe hervorgerufen wurden.

### d) Berufe

Zwei Patienten standen zur Zeit des Unfalls nicht mehr im Berufsleben (Rentner und Rektorin a.D.). Die übrigen 38 Patienten übten 26 verschiedene Berufe aus:

Tabelle 5

| Beruf | Anzahl | männlich | weiblich |
|---|---|---|---|
| Ungelernte Berufe: | 10 | 8 | 2 |
| Gelernte Berufe: | | | |
| Facharbeiter | 12 | 12 | 0 |
| handwerkliche Berufe | 6 | 5 | 1 |
| Angestellte | 6 | 3 | 3 |
| Geistesarbeiter und Selbständige | 4 | 4 | 0 |
| Summe | 38 | 32 | 6 |

### e) Kostenträger

Von 40 Patienten waren fünf Patienten "Selbstzahler". Die Zugehörigkeit der anderen 35 Verletzten zu den verschiedenen Berufsgenossenschaften läßt sich

aus der folgenden Tabelle entnehmen:

Tabelle 6

| Berufsgenossenschaft | gesamt | Männer | Frauen |
|---|---|---|---|
| Tiefbau-BG | 5 | 5 | 0 |
| Süddeutsche Eisen-u. Stahl-BG | 5 | 3 | 2 |
| Bayerische Bau-BG | 5 | 5 | 0 |
| Großhandels- u. Lagerei-BG | 5 | 4 | 1 |
| Landwirtschaftliche BG Niederbay. | 2 | 2 | 0 |
| Landwirtschaftliche BG Schwaben | 1 | 1 | 0 |
| Süddeutsche Holz-BG | 1 | 1 | 0 |
| Verwaltungs-BG | 2 | 1 | 1 |
| BG für Fahrzeughaltungen | 1 | 1 | 0 |
| Papiermacher-BG | 1 | 1 | 0 |
| Südd. Edel- u. Unedel-BG | 1 | 1 | 0 |
| BG d. keram. u. Glasindustrie | 1 | 1 | 0 |
| Bayerischer Gemeinde-Unfall-Vers.-Verband | 2 | 2 | 0 |
| Staatl. Ausführungsbehörde f. Unfallversicherung (Bayern) | 1 | 1 | 0 |
| Gemeindl.-Ausführungsbehörde f. d. gesetzl. Unfallvers. München | 1 | 1 | 0 |
| Bundesbahnausführungsbehörde | 1 | 1 | 0 |
| Selbstzahler, Patienten von Krankenkassen, Privatversicherungen | 5 | 3 | 2 |
| Summe | 40 | 34 | 6 |

## 2. Zur Unterschenkelpseudarthrose

### a) Art und Lokalisation

Von 40 Patienten, die wegen Falschgelenk des Unterschenkelschaftes behandelt wurden, wiesen 37 Patienten Brüche beider Unterschenkelknochen auf. Bei drei Verletzten lag eine isolierte Fraktur der Tibia vor.

Bei 19 Verletzten (47,5 %) war ein offener Bruch des Unterschenkels vorhanden. Diese Komplikation wurde infolge schwerer direkter Gewalteinwirkung hervorgerufen.

Die folgende Tabelle gibt über die Lokalisation der Fraktur des Unterschenkelschaftes und die Bruchart Aufschluß:

Tabelle 7

| Lokalisation am Schaft | Bruchart | | |
|---|---|---|---|
| | Quer | Trümmer | Schräg, Torsion |
| oberes Drittel | 2 | 3 | 3 |
| mittleres Drittel | 9 | 5 | 7 |
| unteres Drittel | 4 | 3 | 4 |
| Summe | 15 | 11 | 14 |

### b) Seitenhäufigkeit

Der linke Unterschenkelschaft wies bei 24 Patienten, der rechte bei 15 Patienten eine Falschgelenksbildung auf. Bei einem weiteren Patienten trat die Pseudarthrose an beiden Unterschenkelschäften gleichzeitig auf. Von einem besonderen Überwiegen der einen oder anderen Seite kann somit nicht gesprochen wer-

den.

### c) Nebenverletzungen

Von unseren 40 Verletzten erlitten 22 Nebenverletzungen (55 %): 19 mal Nebenverletzungen am Skelett außerhalb des mit Pseudarthrose behafteten Unterschenkels und 22 mal Weichteilverletzungen. Wir haben die Nebenverletzungen in zwei Gruppen eingeteilt: Nebenverletzungen am Skelett (Tabelle 8a) und Weichteilverletzungen der Körperoberfläche und des Körperinneren (Tabelle 8b).

Tabelle 8 a

Nebenverletzungen am knöchernen Skelett

| Art der Nebenverletzungen | Anzahl |
|---|---|
| untere Extremität: | |
| Oberschenkelschaftbruch | 3 |
| Außenknöchelbruch | 2 |
| Innenknöchelbruch | 1 |
| obere Sprunggelenkluxationsfraktur | 1 |
| Luxation der Großzehe | 1 |
| Luxation der Mittelfußknochen 3, 4, 5 | 1 |
| obere Extremität: | |
| Unterarmbruch | 1 |
| Daumenbruch | 2 |
| Kopf: | |
| Commotio | 4 |
| Rumpf: | |
| Schlüsselbeinbruch | 1 |
| komplizierter Beckenbruch | 1 |
| Infraktion des 1. Halswirbelbogens | 1 |
| Summe | 19 |

Tabelle 8 b

Weichteilverletzungen der Körperoberfläche und des Körperinneren

| Art der Nebenverletzungen | Anzahl |
|---|---|
| Prellungen, Riß- und Quetschwunden | 20 |
| Nierenprellung mit Hämaturie | 1 |
| Hautablederung | 1 |
| Summe | 22 |

d) Art der Erstbehandlung

Sämtliche 40 Verletzte, die im UKM wegen Pseudarthrose des Unterschenkelschaftes behandelt wurden, waren in auswärtigen Krankenhäusern bereits vorbehandelt worden. Wie aus den Krankenberichten auswärtiger Häuser hervorgeht, bestand die Erstbehandlung zuerst in Ruhigstellung und Wundversorgung der offenen Knochenbrüche. Die Ruhigstellung wurde teils durch Fersenbeindrahtzug, teils durch Gipsverband vorgenommen.

Bei 16 Patienten war die Erstbehandlung konservativ. Zehn Verletzte wurden nur mit einem Gipsverband, fünf Verletzte mit Gipsverband und Fersenbeindrahtzug und ein Patient nur mit Fersenbeindrahtzug behandelt.

Die übrigen 24 Patienten unterzogen sich einer ein- oder mehrfachen Bruchbehandlung. Bei 13 Patienten bestand die operative Behandlung lediglich in einer KÜNTSCHER-Nagelung, bei jeweils einem Patienten in der Pinnung nach RUSH, dem Anlegen einer LANE-Platte, in einer Drahtumschlingung, in der Bündelnagelung nach HACKETHAL, in einer Spananlagerung nach PHEMISTER. Die übrigen sechs Patienten mußten sich wegen nicht befriedigender Behandlungsergebnisse verschiedenen operativen Behandlungsmethoden unterziehen. Bei jeweils einem Patienten wurden durchgeführt:

| | |
|---|---|
| HB-Nr. 10 381 | Drahtumschlingung, Fibularesektion, Pinnung nach RUSH |
| HB-Nr. 11 624 | Drahtumschlingung, BECKsche Bohrung |
| HB-Nr. 11 788 | Zweimalige Spananlagerung nach PHEMISTER, Wadenbeinresektion, Drahtumschlingung |
| HB-Nr. 13 857 | BECKsche Bohrung, Fibularesektion |
| HB-Nr. 10 680 | Kieler Späne, Fibularesektion, Pinnung nach RUSH |
| HB-Nr. 11 616 | Drahtumschlingung, Schraube |

Alle ein- oder mehrmalig angewandten Verfahren konnten die Entwicklung zur Pseudarthrose nicht aufhalten.

Während der Erstbehandlung kam es bei fünf Verletzten zur Ausbildung einer Osteomyelitis des Unterschenkels.

### e) Dauer der Erstbehandlung

Die Erstbehandlung dauerte im Durchschnitt 21,8 Wochen. Der höchste Wert betrug 81 Wochen, der niedrigste Wert 6 Wochen.

### f) Pseudarthrosenalter

Das Pseudarthrosenalter, worunter man die zwischen Unfalltag und Operationstag im UKM verstrichene Zeit versteht, schwankt zwischen 13 und 291 Wochen. Das durchschnittliche Pseudarthrosenalter aller 40 Patienten betrug 14,7 Monate.

## 3. Zu den modernen Verfahren

### a) Operationsmethoden

Während in den Jahren 1953 bis 1963 die Behandlung des Falschgelenks des Unterschenkelschaftes im UKM hauptsächlich durch Spanverpflanzung kombiniert mit Osteosynthese (KÜNTSCHER-Nagel + Anlegespan) durchgeführt wurde, ist ab Frühjahr 1963 ein Wandel in den Behandlungsverfahren zu verzeichnen. Die Behandlung erfolgte von 1964 an mit den von der Schweizer Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen ausgearbeiteten Verfahren der Verplattung und Verschraubung. Bei einem Falschgelenk wurde eine Druckarthrodese mit STEINMANN-Nägeln durchgeführt. Schon vorher war die Nagelung nach KÜNTSCHER nach vorheriger Aufbohrung aufgenommen worden.

Bei dem Marknagel handelt es sich um das von KÜNTSCHER selbst abgeänderte Modell. Die Verplattung wird mit der von M. MÜLLER entworfenen Platte durchgeführt. Die Verschraubung erfolgt mit der von M. MÜLLER und ALLGÖWER entwickelten Cortikalisschraube, die erst nach Vorbereitung des Bohrloches mit einem Gewindeschneider eingesetzt wird.

Diese Verfahren kamen in der Zeit vom 8.3.1963 bis 24.10.1966 bei 40 Patienten mit Falschgelenk des Unterschenkelschaftes 43 mal zur Anwendung.

Seit 1963 wurde der Cortikalisspan weder isoliert noch kombiniert bei der Behandlung des Falschgelenks am Unterschenkelschaft benützt. In sechs Fällen wurde dagegen autoplastische Spongiosa in Kombination mit der Plattenosteosynthese verwendet.

Die Anzahl und die Art der seit 1963 angewandten Methoden kommen in der folgenden Aufstellung zum Ausdruck.

Tabelle 9

| Operationsmethode | Anzahl |
|---|---|
| Plattenosteosynthese | 17 |
| Nagelung nach KÜNTSCHER | 19 |
| kombinierte Anwendung von Plattenosteosynthese und Spongiosaplastik | 6 |
| Druckarthrodese mit STEINMANN-Nägeln | 1 |
| Insgesamt | 43 |

Bei einem Patienten wurde infolge auf beiden Seiten vorliegender Unterschenkelpseudarthrose die Kombination von Plattenosteosynthese und Spongiosaplastik beidseitig in einem zeitlichen Abstand von 4 Wochen angewendet. Bei einem anderen Patienten wurde infolge Refraktur nach Plattenosteosynthese dieses Verfahren ein weiteres Mal ausgeführt. An einem Unterschenkel lagen zwei Pseudarthrosen im proximalen und distalen Schaftbereich vor, die mit jeweils einer Platte versorgt wurden.

b) Indikation

Die Gründe, die die Anwendung eines der modernen Verfahren der Pseudarthrosebehandlung angezeigt erscheinen ließen, werden im folgenden schematisch an Hand des jeweiligen Falschgelenks dargelegt.

Indikation für KÜNTSCHER-Nagel:

1 (HB-Nr. 10 643): Der liegende KÜNTSCHER-Nagel ist nicht genügend dick und schiebt sich gegen die Kniescheibe vor. Infolge der Unstabilität an der Fraktur bisher nicht erfolgte Heilung mit Achsenabknickung im O-Sinn.

2 (HB-Nr. 11 163)

3 (HB-Nr. 10 276): Der bei beiden Patienten (2, 3) liegende KÜNTSCHER-Nagel ist zu dünn und kann ein Ausbleiben der knöchernen Heilung mit Achsenabknickung im O-Sinn nicht verhindern.

4 (HB-Nr. 12 846): Die Bündelnagelung nach HACKETHAL ist infolge des Ausbleibens der knöchernen Heilung mit Kalksalzmangel ohne Erfolg.

5 (HB-Nr. 12 489): Der angewandte Gipsverband bietet zu wenig mechanische Sicherheit, um das Ausbleiben der knöchernen Heilung mit Achsenabknickung nach vorne zu verhüten.

6 (HB-Nr. 11 453)

7 (HB-Nr. 13 018): Obwohl bei beiden Patienten (6, 7) keine Heilung eingetreten ist, besteht keine Stabilisation, da die früher angewandten KÜNTSCHER-Nägel bereits entfernt worden sind. Bei dem einen Patienten (6) liegt zusätzlich eine Achsenabknickung im O-Sinn vor.

8 (HB-Nr. 11 604): Die Mehrfachbehandlung mit Gipsverband, Drahtumschlingung und BECKscher Bohrung ist ohne Erfolg geblieben. Es liegt eine erhebliche Achsenabknickung im O-Sinn und ein stark herabgesetzter Kalksalzgehalt vor.

9 (HB-Nr. 10 680): Der zu dünne RUSH-Pin, in Verbindung von Gipsver-

band, Kieler Spänen und Fibularesektion, gewährt nicht die für die knöcherne Durchbauung eines Trümmerbruchs notwendige Stabilität. Zusätzlich Achsenabknickung im X-Sinn mit erheblicher Kalksalzverarmung.

10 (HB-Nr. 10 629): Die LANE-Platte ermöglichte bisher keine knöcherne Heilung.

11 (HB-Nr. 12 400)

12 (HB-Nr. 10 569): Der bei beiden Patienten (11, 12) angewandte Gipsverband führte zu keiner knöchernen Heilung.

13 (HB-Nr. 11 764)

14 (HB-Nr. 10 381): Die bei beiden Patienten (13, 14) verwendeten RUSH-Pins erbrachten wegen ihrer geringfügigen mechanischen Wirkung keine Verknöcherung der Fraktur.

15 (HB-Nr. 11 733)

16 (HB-Nr. 11 736)

17 (HB-Nr. 13 505)

18 (HB-Nr. 10 256)

19 (HB-Nr. 11 718): Die bei den Patienten (15, 16, 17, 18, 19) liegenden KÜNTSCHER-Nägel sind zu dünn, um die für die Heilung notwendige Stabilität zu verleihen.

Indikation für die Plattenosteosynthese:

20 (HB-Nr. 11 788): Die Mehrfachbehandlung mit Gipsverband, zweimaliger Spanverpflanzung und Drahtumschlingung war nicht genügend stabilisierend, um zu einem Heilerfolg zu führen. Das distale Bruchstück ist außerdem

nach außen gekippt.

21 (HB-Nr. 13 857): Die Mehrfachbehandlung mit Gipsverband, BECK-scher Bohrung und Fibularesektion führte bisher zu keiner Verknöcherung.

22 (HB-Nr. 12 970): Obwohl eine knöcherne Heilung ausgeblieben ist, besteht keine Stabilisation der Falschgelenkstelle.

23 (HB-Nr. 12 444): Es besteht keine knöcherne Heilung, es liegt eine Achsenabknickung im O-Sinn mit Entkalkung vor.

24 (HB-Nr. 11 616): Die Mehrfachbehandlung mit Gipsverband, Schraube und Drahtumschlingung konnte das Ausbleiben der knöchernen Heilung mit Achsenabknickung im O-Sinn und hochgradiger Entkalkung nicht verhindern.

25 (HB-Nr. 11 540): Spananlagerung und Gipsverband sind für die knöcherne Heilung bisher ohne Erfolg geblieben. Achsenabknickung im O-Sinn.

26 (HB-Nr. 13 324): Der Gipsverband ist für die knöcherne Durchbauung der zwei Falschgelenke an einem Schienbein unzulänglich gewesen.

27 (HB-Nr. 13 172)

28 (HB-Nr. 12 486)

29 (HB-Nr. 11 146): Der bei den drei Patienten (27, 28, 29) angelegte Gipsverband konnte das Ausbleiben der knöchernen Heilung mit Achsenabknickung nach hinten und innen nicht verhindern.

30 (HB-Nr. 13 090): Der Gipsverband konnte das Ausbleiben der knöchernen Durchbauung mit Achsenabknickung im X-Sinn nicht verhindern.

31 (HB-Nr. 13 746)

32 (HB-Nr. 12 032): Der bei beiden Patienten (31, 32) angelegte Gipsverband war mechanisch zu wenig stabil, um das Ausbleiben der knöchernen Heilung und die Rekurvatur zu verhindern.

33 (HB-Nr. 11 495)

34 (HB-Nr. 12 177): Der in beiden Fällen liegende KÜNTSCHER-Nagel zeitigte im Hinblick auf die Verknöcherung keinen Erfolg.

35 (HB-Nr. 11 350): Der KÜNTSCHER-Nagel ist zu dünn und konnte das Ausbleiben der knöchernen Heilung nicht verhüten. Zusätzlich Achsenabknickung nach vorne und außen.

Indikation für STEINMANN-Nagel:

36 (HB-Nr. 11 469): Der Gipsverband konnte das Ausbleiben der knöchernen Heilung mit einer Verschiebung des peripheren Fragments um Schaftbreite nach vorne und eine Achsenabknickung nach außen nicht verhindern.

Indikation für kombinierte Plattenosteosynthese:

37 (HB-Nr. 11 957): Der Gipsverband ist bei der Behandlung der infizierten Defektpseudarthrose mit Achsenabknickung nach vorne ohne Erfolg geblieben.
Indikation für Spongiosaplastik:
Infizierte Defektpseudarthrose, durch Vielfachverletzung beeinträchtigte Regenerationskraft.

38 (HB-Nr. 12 912): Die an beiden Unterschenkeln angelegten Gipsverbände konnten das Ausbleiben der Verknöcherung an bei-

den Schienbeinfrakturen und eine Achsenabknickung nach innen und hinten an dem linken Unterschenkel nicht verhindern.
Indikation für Spongiosaplastik:
Durch zweifache Falschgelenksbehandlung beeinträchtigte Regenerationskraft, Zustand der Knochenatrophie.

39 (HB-Nr. 12 062): Drahtumschlingung und Gipsverband sind mechanisch zu wenig stabil, um die knöcherne Ausheilung zu ermöglichen und die erhebliche Achsenabknickung nach hinten zu verhindern.
Indikation für Spongiosaplastik:
Zustand der Osteomyelitis, Tatsache der Mehrfachverletzung.

40 (HB-Nr. 13 137): Ausbleiben der Verknöcherung nach Behandlung mit Gipsverband.
Indikation für Spongiosaplastik:
Zustand der Osteomyelitis.

c) Postoperativer Verlauf

14 Patienten (35 %) erlitten postoperative Komplikationen. Bei einem Patienten (11) kam es nach der Anwendung des Marknagels nach KÜNTSCHER infolge der hochgradigen Entkalkung der lange ruhiggestellten Knochen zum Ausbruch großer Teile der Schienbeinhinterfläche. Die Fragmente waren somit durch den KÜNTSCHER-Nagel nicht mehr genügend fixiert. Trotz äußerer Ruhigstellung durch einen Gipsverband wanderte der Nagel kopfwärts und durchbohrte die Operationsnarbe der Einschlagstelle. Wegen Infektionsgefahr mußte der Nagel entfernt werden.

Bei einem anderen Patienten (24) trat nach der Marknagelung vorübergehend ein entzündlicher Prozeß in dem dem Falschgelenk anliegenden Gewebsbereich auf, ohne auf den Knochen überzugreifen. 2 Patienten wiesen an der Einschlagstelle des KÜNTSCHER-Nagels eine Infektion auf. Während diese einmal (13) beherrscht werden konnte, ging im anderen Falle die Eiterung (2) an der Ein-

schlagstelle in eine Osteomyelitis über.

Die hauptsächlichen Komplikationen nach einer Plattenosteosynthese waren entzündliche und nekrotische Prozesse im Bereich über der Platte. Diese Komplikation war bei 9 Patienten zu verzeichnen. Bei 3 Patienten (25, 28, 32) handelte es sich um eine Hautirritation leichteren Grades ohne Freilegung der Platte. Bei den restlichen 6 Patienten (24, 28, 31, 33, 39, 40) entwickelten sich im Hautbereich über der Platte nekrotische Veränderungen, die teilweise oder vollständig zur Freilegung der Platte führten. Diese Substanzverluste wurden teilweise mit ein- oder mehrmaligen Hauttransplantationen gedeckt. Das Freiliegen der Platte schloß eine knöcherne Heilung der Fraktur nicht aus.

Eine Osteomyelitis trat im postoperativen Verlauf bei 3 Patienten auf, zweimal nach einer Marknagelung (2, 5), einmal nach einer Plattenosteosynthese (28). Somit beträgt die Zahl der Osteomyelitiden, die als Folge des operativen Eingriffs zu betrachten sind, 7,5% der operativ behandelten Falschgelenke. Die Anzahl aller Patienten mit Osteomyelitis erhöht sich durch das Hinzukommen weiterer 4 Patienten (18, 37, 39, 40), die bereits bei der Aufnahme im UKM eine manifeste oder latente Osteomyelitis aufwiesen, auf 7. Bei 3 Patienten (28, 39, 40) mit Osteomyelitis waren gleichzeitig nekrotische, entzündliche Prozesse im Bereich über der Platte festzustellen. Ein Patient (40) wies bei gleichzeitigem Vorliegen einer Osteomyelitis und freiliegender Platte eine Lockerung sämtlicher Schrauben auf, die die Entfernung von Platte und Schrauben erforderlich machte.

### d) Ergebnisse

Hinsichtlich des anatomischen Ergebnisses wiesen von 40 an dem Unterschenkel operierten Patienten 11 (27,5 %) bei Gleichstand der Beckenkämme eine Beinverkürzung auf. Bei 9 Patienten betrug die Verkürzung 0,5 - 2 cm, bei 2 Patienten 3,0 - 4,0 cm. Durch die Verordnung von orthopädischen Schuhen oder Absatzerhöhungen wurde der Ausgleich erzielt. Bei 2 Patienten wurde eine leichte Achsenabknickung festgestellt: Einmal im O-Sinn und einmal nach hinten.

Das funktionelle Behandlungsergebnis wurde an Hand der Beweglichkeit und Belastungsfähigkeit festgestellt. Eine Beweglichkeitseinschränkung der proximal und distal von der Fraktur gelegenen Gelenke lag bei 29 Patienten vor. Die Be-

weglichkeit war entweder an einem oder an mehreren Gelenken gleichzeitig beeinträchtigt: 22 mal an dem oberen oder unteren Sprunggelenk oder an beiden Sprunggelenken, 5 mal an den Zehengelenken und 6 mal am Kniegelenk. Eine Gelenkversteifung trat einmal am Kniegelenk (1), einmal am oberen Sprunggelenk (39), zweimal am unteren Sprunggelenk (25, 29) und zweimal an beiden Sprunggelenken (14, 33) auf. 23 Patienten konnten durchschnittlich 14,4 Wochen nach der Operation ohne Stock voll belasten. 17 Patienten erreichten mit orthopädischen Hilfsmitteln eine Teilbelastungsfähigkeit, wobei 10 mal ein entlastender Unterschenkelstützapparat, 3 mal Unterarmkrücken, 2 mal ein Hülsenapparat und 2 mal ein Stock verwendet wurden.

Die Beurteilung der Fraktur wurde mittels des röntgenologischen und des klinischen Untersuchungsbefundes bei der Entlassung vorgenommen. 25 Patienten = 62,5 % weisen röntgenologisch eine durchgehende knöcherne Durchbauung auf. Die klinische Untersuchung ergab eindeutige Festigkeit. Die Frakturen sind somit knöchern ausgeheilt. 11 Patienten = 27,5 % zeigen im Röntgenbild keine vollständige Durchbauung der Fraktur. Bei der klinischen Untersuchung ist aber kein Bruchfedern nachweisbar. Durch die Operation ist eine Besserung erzielt worden. 4 Patienten = 10,0 % wiesen röntgenologisch einen klaffenden Bruchspalt und keine knöcherne Durchbauung auf. Die klinische Untersuchung ergibt Bruchfedern und Wackelbewegungen. Die Falschgelenke liegen postoperativ noch immer vor.

Somit wurde das Operationsziel bei 25 Pseudarthrosen vollkommen und bei 6 Falschgelenken bedingt erreicht. Bei 4 Falschgelenken wurde durch die Operation das gesteckte Ziel nicht erreicht.

Betrachtet man die Behandlungsergebnisse der 33 nicht infizierten Falschgelenke gesondert von den 7 infizierten Falschgelenken bei insbesamt 40 Patienten mit Falschgelenk des Unterschenkelschaftes, so bietet sich bei den nicht infizierten Pseudarthrosen folgendes Ergebnis: 75,8 % der Pseudarthrosen sind knöchern ausgeheilt, 21,2 % sind nicht vollständig knöchern ausgeheilt, 3 % zeigen keine knöcherne Konsolidierung. Die gesonderte Betrachtung des Ergebnisses bei 7 infizierten Falschgelenken erübrigt sich infolge der geringen Patientenzahl.

### e) Materialentfernung

Bei 20 Patienten wurden die für die Metallosteosynthese verwendeten Fremdkörper entfernt. 19 mal erfolgte die Entfernung wegen bereits erfolgter knöcherner Heilung, einmal wegen Lockerung sämtlicher Schrauben, die sich während eines osteomyelitischen Prozesses des Schienbeines unter Freilegung der Platte vollzog. Bei diesen 19 geheilten Patienten wurden 10 mal Platte samt Schrauben, 9 mal ein KÜNTSCHER-Nagel und einmal STEINMANN-Nagel entfernt. Die Metallentfernung erfolgte zwischen 17 - 100 Wochen nach der Operation, im Durchschnitt nach 44,5 Wochen.

## 4. Soziale Rehabilitation

### a) Versicherungsverhältnisse

Von 40 Patienten mit Falschgelenk des Unterschenkelschaftes waren 34 berufsgenossenschaftlich versichert. Der Unfall eines berufsgenossenschaftlich versicherten Patienten wurde nicht als Arbeitsunfall anerkannt. Somit emiedrigt sich die Zahl dieser Patienten auf 33. 4 Verletzte hatten Haftpflichtansprüche. 2 Verletzte waren Selbstzahler und ein Verletzter war privat-unfallversichert.

### b) Rentengewährung

Eine Minderung der Erwebsfähigkeit wurde für alle 33 berufsgenossenschaftlich versicherten Patienten eingeschätzt.

Die MdE betrug bei 19 Verletzten mit isolierter Pseudarthrose des Unterschenkelschaftes bei der Entlassung aus dem UKM im Durchschnitt 42,6 %, bei der Untersuchung nach einem Jahr im Durchschnitt 37,1 %. Zwei Jahre nach dem Unfall wurde eine MdE von im Durchschnitt 35,0 % festgesetzt.

14 Patienten hatten bei ihrem Unfall zum Teil erhebliche Nebenverletzungen davongetragen. Die MdE betrug bei ihnen bei der Entlassung aus dem UKM

durchschnittlich 47,9 %, bei der Untersuchung nach einem Jahr durchschnittlich 45,1 %. Zwei Jahre nach dem Unfall konnte eine durchschnittliche MdE von 42,9 % ermittelt werden.

### c) Berufliche Wiedereingliederung

33 Patienten waren im Durchschnitt 28,2 Wochen nach der Operation wieder arbeitsfähig. 29 Patienten wurden wieder in den alten Beruf eingegliedert. 4 Verletzte wurden in einem anderen Beruf tätig. In allen 4 Fällen war der neue Beruf für den Verletzten leichter und bestand in einer sitzenden Tätigkeit. 2 Patienten waren bereits zur Zeit des Unfalls Rentner. 2 Patienten wurden nach Behandlungsabschluß nicht wieder berufsfähig. Bei weiteren 2 Patienten ist keine Berufsangabe ersichtlich. 1 Patient befand sich zur Zeit der Untersuchung in der Umschulung.

Tabelle 10

| HB-Nr. | Ges. | Alter | MdE b. Entl. | Rente n. Abl. 1 J. | 1. Dauer-rente | Alter Beruf | Neuer Beruf |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | BG-Versicherte ohne Nebenverletzungen | | | |
| 10 276 | m | 24 | 50 % | 50 % | 50 % | Kraftfahrer | derselbe |
| 10 381 | m | 53 | 60 % | 40 % | 30 % | Arbeiter | - |
| 10 608 | m | 57 | 60 % | 60 % | 60 % | Landwirt | derselbe |
| 11 163 | m | 42 | 50 % | 35 % | 35 % | Landwirt | derselbe |
| 11 350 | m | 28 | 20 % | 20 % | 20 % | Raupenfahrer | derselbe |
| 11 469 | m | 30 | 40 % | 30 % | 20 % | kaufm. Angestellter | derselbe |
| 11 495 | m | 25 | 50 % | 50 % | 50 % | Buchhalter | derselbe |
| 11 604 | w | 49 | 40 % | 30 % | 30 % | Kantineleiterin | - |
| 11 733 | m | 19 | 20 % | 20 % | 20 % | Kaminkehrer | derselbe |
| 11 736 | m | 31 | 40 % | 30 % | 30 % | Baggerführer | derselbe |
| 11 764 | m | 36 | 30 % | 20 % | 20 % | Arbeiter | derselbe |
| 11 788 | m | 61 | 40 % | 40 % | 40 % | Arbeiter | derselbe |
| 12 032 | m | 35 | 40 % | 30 % | 20 % | Maurer | derselbe |
| 12 177 | m | 19 | 50 % | 50 % | 40 % | Arbeiter | derselbe |
| 12 486 | m | 43 | 40 % | 40 % | 40 % | Kraftfahrer | derselbe |
| 13 137 | m | 55 | 70 % | 70 % | 70 % | Müller | derselbe |
| 13 324 | m | 26 | 50 % | 30 % | 30 % | Facharbeiter | derselbe |
| 13 505 | m | 26 | 20 % | 20 % | 20 % | Betriebsaufseher | derselbe |
| 13 857 | m | 34 | 40 % | 40 % | 30 % | Arbeiter | derselbe |

Tabelle 10 (Fortsetzung)

| HB-Nr. | Ges. | Alter | MdE b. Entl. | Rente n. Abl. 1 J. | 1. Dauer-rente | Alter Beruf | Neuer Beruf |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | BG-Versicherte | | | |
| | | | | mit Nebenverletzungen | | | |
| 10 256 | m | 19 | 60 % | 60 % | 40 % | Arbeiter | derselbe |
| 10 629 | m | 27 | 40 % | 30 % | 30 % | Arbeiter | derselbe |
| 10 643 | w | 60 | 70 % | 70 % | 70 % | Rektorin | - |
| 11 146 | m | 51 | 50 % | 50 % | 50 % | Arbeiter | derselbe |
| 11 499 | m | 29 | 40 % | 30 % | 30 % | Angestellter | derselbe |
| 11 540 | m | 57 | 40 % | 40 % | 40 % | Schreiner | Kofferrepara- |
| 11 957 | m | 37 | 60 % | 40 % | 40 % | Arbeiter | derselbe (teur |
| 12 400 | w | 55 | 70 % | 70 % | 60 % | Lagerdisponentin | - |
| 12 444 | m | 28 | 80 % | 60 % | 50 % | Kraftfahrer | kaufm. Angest. |
| 12 489 | m | 21 | 60 % | 60 % | 60 % | Werkzeugmacher | Bankkaufmann |
| 12 846 | m | 37 | 30 % | 30 % | 30 % | Zimmerer | derselbe |
| 12 970 | m | 28 | 40 % | 40 % | 30 % | Arbeiter | derselbe |
| 13 090 | w | 18 | 40 % | 30 % | 30 % | Wäscherin | Näherin |
| 13 172 | m | 41 | 30 % | 30 % | 30 % | Nachtwächter | derselbe |

Tabelle 11

Privatversicherte

| HB-Nr. | Ges. | Alter | Alter Beruf | Neuer Beruf |
|---|---|---|---|---|
| 11 453 | m | 18 | Bergmann | derselbe |
| 11 616 | w | 38 | Hausfrau | derselbe |
| 12 062 | m | 25 | Student | derselbe |
| 10 569 | m | 66 | Rentner | derselbe |
| 12 912 | w | 45 | Steppmeisterin | - |
| 11 718 | m | 24 | Maschinenbauer | derselbe |

## IV. Zusammenfassung

Einleitend wird die Geschichte der Falschgelenkbehandlung verfolgt. Anschließend wird die Bedeutung stabiler Verhältnisse für die Heilung des Knochenbruchs dargelegt und die Stabilität an dem Falschgelenkspalt als wichtigste Voraussetzung der knöchernen Heilung einer Pseudarthrose genannt. Im folgenden wird die biologische Rolle, die der verpflanzte Knochenspan bei der Falschgelenkbehandlung spielt, beschrieben. Sodann werden die im Schrifttum mitgeteilten Ergebnisse der Spanverpflanzung und der kombinierten Behandlung von Knochenspan und Osteosynthesemittel dargelegt.

Kapitel II beinhaltet zunächst die Behandlungsmethoden, die in der Zeit von 1953 - 1963 im UKM bei 95 Patienten mit Falschgelenk des Unterschenkelschaftes zur Anwendung kamen. Bei 48 der 95 Verletzten wurde eine kombinierte Osteosynthese (Nagelung + Spananlagerung) durchgeführt. 47,9 % der Patienten weisen eine vollständige, 31,3 % der Patienten eine unvollständige und 20,8 % keine Heilung nach der kombinierten Osteosynthese auf. Die Untersuchung dieses Behandlungsergebnisses erfolgt aus der Überlegung heraus, ob es für das Erreichen eines optimalen Behandlungsergebnisses bei Falschgelenk des Unterschenkelschaftes zweckmäßig ist, dem Osteosynthesemittel eine Spananlagerung hinzuzufügen.

In Kapitel III werden nach den allgemeinen Angaben die Operationsmethoden geschildert, die von 1964 - 1966 bei 40 Patienten mit Falschgelenk des Unterschenkelschaftes angewandt wurden. 17 mal wurde die Plattenosteosynthese, 19 mal der KÜNTSCHER-Nagel, 6 mal die Plattenosteosynthese in Kombination mit der Spongiosaplastik und einmal die Druckarthrodese mit STEINMANN-Nägeln bei 40 Patienten durchgeführt. Der Cortikalisspan kam in keinem einzigen Fall mehr zusätzlich zur Anwendung. Sodann wird an Hand des jeweiligen Falschgelenkes ausgewiesen, aus welchen Gründen eines dieser Verfahren angezeigt war.

Es folgt das Ergebnis dieser Verfahren: 62,5 % der Patienten weisen eine vollständige knöcherne Heilung, 27,5 % der Patienten eine unvollständige knöcherne Heilung und 10 % der Patienten keine knöcherne Heilung auf. Dieses Ergebnis beweist, daß für die Behandlung des Falschgelenkes am Unterschenkelschaft der Cortikalisspan überflüssig geworden ist.

Eine Osteomyelitis trat im postoperativen Verlauf bei 7,5 % der mit den modernen Methoden behandelten Patienten auf. Bei 47,5 % der Patienten wurden infolge knöcherner Heilung die Fremdkörper im Durchschnitt nach 44,5 Wochen entfernt. Die MdE betrug bei 33 berufsgenossenschaftlich versicherten Patienten bei der Entlassung aus dem UKM im Durchschnitt 46,1 %, bei der Untersuchung nach einem Jahr 40,6 % und 2 Jahre nach dem Unfall 37,6 %. Von 40 Patienten konnten 29 ihre frühere Tätigkeit aufnehmen. 4 Verletzte wurden in einem anderen Beruf mit vorwiegend sitzender Beschäftigung tätig. 2 Patienten wurden invalidisiert.

# V. Anhang

## Verzeichnis der Hauptbuch-Nummern der ausgewerteten Krankengeschichten des UKM

| Nr. | HB-Nr. | Nr. | HB-Nr. |
|---|---|---|---|
| 1 | 10 643 | 21 | 13 857 |
| 2 | 11 163 | 22 | 12 970 |
| 3 | 10 276 | 23 | 12 444 |
| 4 | 12 846 | 24 | 11 616 |
| 5 | 12 489 | 25 | 11 540 |
| 6 | 11 453 | 26 | 13 324 |
| 7 | 13 018 | 27 | 13 172 |
| 8 | 11 604 | 28 | 12 486 |
| 9 | 10 608 | 29 | 11 146 |
| 10 | 10 629 | 30 | 13 090 |
| 11 | 12 400 | 31 | 13 746 |
| 12 | 10 569 | 32 | 12 032 |
| 13 | 11 764 | 33 | 11 495 |
| 14 | 10 381 | 34 | 12 177 |
| 15 | 11 733 | 35 | 11 350 |
| 16 | 11 736 | 36 | 11 469 |
| 17 | 13 505 | 37 | 11 957 |
| 18 | 10 256 | 38 | 12 912 |
| 19 | 11 718 | 39 | 12 062 |
| 20 | 11 788 | 40 | 13 137 |

## VI. Literaturverzeichnis


ALLGÖWER, M.: Indikation und Technik der Osteosynthese. Bericht über die Unfallchir. Tagg. Mainz 1962

Ders.: Osteosynthese und primäre Knochenheilung. Langenbecks Arch. klin. Chir. 308, 424 (1964)

ALTMANN, K.: Zitiert n. BLANKE

ARENS, W.: Erfahrungen und Folgerungen aus 500 Knochenverpflanzungen. Langenbecks Arch. klin. Chir. 308, 1025 (1964)

AXHAUSEN, G.: Ist die klassische Osteoblastenlehre unhaltbar? Chirurg 22, 163 (1951)

BARTH, A.: Zitiert n. BLANKE

BECK, A.: Zur Frage der Pseudarthrose. Med. Klin. 54, 583 u. 597 (1959)

BLANKE, K.: Die Spanplastik nach PHEMISTER. H. z. Unfallheilk. 53, Springer, Berlin-Göttingen-Heidelberg 1956

BLOCK, W.: Die normale und gestörte Knochenbruchheilung. Enke, Stuttgart 1940

BÖHLER, L.: Die Technik der Knochenbruchbehandlung. Bd. II/2, 12, u. 13. Aufl. Maudrich, Wien 1957

BOEVÉ, J.: The treatment of pseudarthrosis of the forearm and the distal part of the leg by the Phemister method. Arch. Chir. Neerl. X, 273 (1958)

BUSER, P.: Erfahrungen mit kältekonservierten Knochenspänen. Langenbecks Arch. klin. Chir. 290, 289 (1959)

CHARNLEY, J.: Zitiert n. ALLGÖWER.

GLAUBER, A.: Beobachtungen bei der operativen Behandlung von Pseudarthrosen. Zbl. Chir. 87, 1115 (1962)

CONTZEN, H., u. G. SCHWEMMER: Die Behandlung der Pseudarthrose mit dem subperiostal angelagerten autoplastischen und homoioplastischen Knochenspan. Bericht über die Tgg. der Vereinigung Mittelrhein. Chirurgen 6./7.10.1961 Würzburg

DANIS, R.: Zitiert n. WELLER.

DUBOIS, M.: Zitiert n. BUSER.

EIERMANN, H.: Ein Beitrag zur Wirkung der Phemister-Plastik bei Behandlung der Pseudarthrose. Med. Welt 18, 999 (1960)

HAASCH, K.: Zitiert n. MOHR.

HERZOG, K.: Fortschritte in der Behandlung der Pseudarthrosen durch Marknagelung. Bruns Beitr. klin. Chir. 207, 42 (1963)

HOFMEISTER, F.: Über Vorteile der Spananlagerung nach Phemister gegenüber anderen operativen Methoden zur Pseudarthrosebehandlung. Inaugural-Dissertation München 1958

KÜNTSCHER, G.: Behandlung der Pseudarthrosen. chir. prax. 3, 63 (1958)

KÜNTSCHER, G.: Der Heilungsvorgang bei der Pseudarthrose. Zbl. Chir. 84, 49 (1959)

Ders.: Praxis der Marknagelung. Schattauer, Stuttgart 1962

Ders.: Wandlungen in der Behandlung der Pseudarthrosen. Langenbecks Arch. klin. Chir. 304, 518 (1963)

Ders.: 25 Jahre Marknagelung. Zbl. Chir. 90, 2258 (1965)

LERICHE, R.: Zitiert n. BLANKE.

LEXER, E.: Zitiert n. REHN.

MAATZ, R., u. A. BAUERMEISTER: Wesen und Anwendung des Kieler Spanes. Melsungen Med. Mitteilungen 97, 2 (1964)

MARCHAND, G.: Zitiert n. BLANKE.

MATTI, H.: Zitiert n. REHN.

MERLE d'AUBIGNE, R., u. J. CAUCHOIX: Traitement des pseudarthroses diaphysaires. Soc. int. Chir. orthop. et Traumatol. S. 607 (1960)

MOHR, W.: Ergebnisse der Behandlung von Pseudarthrosen langer Röhrenknochen mit dem Kieler Knochenspan. Inaugural-Dissertation, München 1967 (Aus dem Berufsgenossenschaftlichen Unfallkrankenhaus Murnau)

MÜLLER, M.E.,
ALLGÖWER, M.,
WILLENEGGER, H.: Technik der operativen Frakturenbehandlung. Springer, Berlin - Göttingen - Heidelberg 1963

MÜLLER, M.E.: Zur stabilen Osteosynthese. Praxis 54, 672 (1965)

NEUBURGER, M.: Handbuch der Geschichte der Medizin. Bd. II, S. 106-108, G. Fischer, Jena

PROBST, J.: Welche operativen Behandlungsverfahren sind heute bei Pseudarthrosen erfolgversprechend? Unfallmed. Tagg. Landesverbände der gewerbl. Berufsgenossenschaften 2, 125-138 (1967), Bericht über die unfallmedizinische Tagung in Lindau (7./8.10.1967)

REHN, J.: Indikation zur Verwendung von Auto- und Homoiotransplantaten am Knochen. Langenbecks Arch. klin. Chir. 308, 1021 (1964)

Ders.: Die posttraumatische Pseudarthrose, ihre Entstehung und Therapie. H. z. Unfallheilk. 94, 5 (1968)

SAKELLARIDES, H.,
FREEMAN, P., u.
B. GRANT: Delayed union and non-union of tibialshaft fractures. J. Bone Surg. 46-A, 557 (1964)

TRUETA, A.: Zitiert n. REHN.

WITT, A.N.: Die Behandlung der Pseudarthrosen. De Gruyter & Co, Berlin 1952

WITT, A.N., u.

H. MITTELMEIER: Unterschenkel und Fuß.
In: Handbuch der Orthopädie Bd. IV/2, hg. v. C. HOHMANN, M. HACKENBROCH u. K. LINDEMANN.
Thieme, Stuttgart 1961

Herrn Professor Dr. med. A. Lob, Chefarzt des Unfallkrankenhauses Murnau, danke ich herzlich für die Anregung und Vergabe der Arbeit, die freundliche Unterstützung und für die Übernahme des Referates.

Herrn Professor Dr. Dr. h. c. Zenker, Direktor der Chirurgischen Universitätsklinik München, danke ich ergebenst für die Übernahme des Korreferates.

Herrn Oberarzt Dr. med. J. Probst, Unfallkrankenhaus Murnau, sage ich meinen besten Dank für seine Hilfe bei der Gestaltung dieser Arbeit und seine Beratung in wissenschaftlichen Fragen sowie für die Durchsicht und Korrektur.

## Lebenslauf

Am 20. 6. 1940 wurde ich als Sohn des Dr. med. Willi Dörr und seiner Ehefrau, der Dr. med. dent. Ilse Dörr, geb. Kasimir, in Danzig geboren. Nach der Flucht 1945 aus Danzig lebte ich in Weingarten-Württemberg und besuchte dort die Volksschule, anschließend das humanistische Gymnasium in Bad Wurzach. 1959 legte ich dort die Reifeprüfung ab. Von 1960 bis 1967 studierte ich in Freiburg, Tübingen, Mainz, Würzburg und München Medizin. Das ärztliche Vorexamen bestand ich im Wintersemester 1962/63 in Mainz.

In München beendete ich mein Studium mit dem bestandenen Staatsexamen im Wintersemester 1966/67.

Danach verbrachte ich die chirurgische Pflichtzeit als Medizinalassistent an dem Berufsgenossenschaftlichen Unfallkrankenhaus Murnau (Professor Dr. med. A. Lob) und anschließend die geburtshilflich-gynäkologische Pflichtzeit an der II. Frauenklinik, München (Professor Dr. med. R. Fikentscher). Zur Zeit bin ich als Medizinalassistent an der HNO-Abteilung des Elisabethenkrankenhauses in Ravensburg tätig.